飼料蛋白質資源調查研究

(第　一　報)

羽扇豆之化學特性及飼料化試驗

林　秉　溱

一、緒　　言

羽扇豆 (Lupin) 係本省北部地方茶園主要綠肥，可與南部地方水田之田菁相比議，爲本省綠肥之二大宗也。 此植物不但可在第三紀層土壤上栽培繁殖且在第四紀洪積層上栽培獲到優異成績；一方可改良紅壤土性，他方得提高地力等，其爲綠肥作物之效能，不勝枚擧。

現在本省普遍栽培之羽扇豆係爲黃花種 Yellow Lupin (Lupinus luteus)，豆中蛋白質含量頗爲可觀，能與大豆匹敵，惟其中尙含有植物鹼 (Lupinan alkaloid) 不尠，故在本省，至今仍未聞有用爲食糧或飼料之情形。

本試驗爲「飼料蛋白質資源調查研究」之一環，本題研究卽就本省出產之各種農作物暨副產品進行蛋白質含量及其他重要成份測定，希望找出新興蛋白質來源，以彌補飼料蛋白質資源之不足。 一方就本省現況而言，富于蛋白質之食糧資源，概已由民間利用待盡，乃無餘裕作爲飼料。 據此羽扇豆之爲飼料蛋白質資源之利用研究，卽可謂適合本題之目的也。

二、實　　驗

試驗分爲三階段：(1)羽扇豆成份分析化驗，(2)飼料化處理實驗，(3)動物飼育試驗。

在(1)成份分析化驗，不但定量一般成份及純蛋白質澱粉等，並進行青酸配糖體及植物鹼之定性定量試驗；在(2)飼料化處理實驗卽特別注意稀酸對蛋白質及炭水化物之行動；在(3)飼育試驗卽先行確定毒害作用之有無後進而擧行營養比較試驗等，詳細逐條誌之。

(1)　成份分析

(a)　機械的組成：秤取原料羽扇豆一定量，以人工機械的分開爲兩部份，卽分爲種皮及種肉。 就兩部算出其原料百分比。 結果得到成績如下：

羽扇豆之機械的組成

The Mechanical Composition of Lupin Seed.

組　成 Component	原料百分比 Per Cent per Raw Material
	%
種皮 Skin	28.02
種肉 Meal	71.98

*本文始終蒙本所徐所長纓功指示及在實驗上獲到本室諸同寅偕陳茂桼君幫助頗多，茲敬表謝忱。

在此組成分析時，吾人尙就各部進行特殊成份定性試驗，並獲得結果略示植物鹼大部存於種肉部份，種皮部份則甚稀少。

（b） 化學的組成：一般成份分析其操作方法概依東京大學「實驗農藝化學」誌載「食品及飼料分析法」行之。 其中水份以乾燥法，粗蛋白質以 Kjeldahl 法，粗纖維以 A. O. A. C. 公定法，純蛋白質及澱粉各以 Stutzer 法及 Bertrand 法定量決定之。

其結果見於表 I：

表 I. 羽扇豆之化學的組成

Table I. The Chemical Constitution of Lupin Seed.

組成 Constituent	原料百分比 Per Cent per Raw Material
	%
水份 Moisture	9.76
灰份 Ash	4.70
粗蛋白質 Crude Protein	38.44
粗脂肪 Crude Fat	5.24
粗纖維 Crude Fiber	14.49
可溶無氮物 Nifext	27.37
純蛋白質 Pure Protein	34.03
澱粉 Starch	20.21

特殊成份分析，即先行由定性試驗確認各種成份之存否，其中青酸配糖體依 A. O. A. C. 公定法，植物鹼及其他皂質物等乃依 Stas-Otto 氏法分離抽出各成份後確認之。

特殊成份定性試驗結果略示如下：

特殊成份定性試驗

The Qualitative Determination of Special Constituents.

成份 Spec. Constituent	試驗法 Method of Determinaton	反應 Reaction	存否 Existence
青酸 Cyanogen	Na-picrate 紙	色之變化 −	無
植物鹼 Alkaloid	Mayer 試藥 $\left(\begin{matrix}HgCl_2\\KI\end{matrix}\right)$	白色沈澱 ++	存
皂質物 Saponin	Liebermann-Burchard 反應	呈色反應 −	無
單寧 Tannin	$FeCl_3$ 1%液	着色沈澱 −	無

依據上述定性試驗結果乃特別設法進行植物鹼之定量分析，其方法採用所謂 Münchner 法抽出分離植物鹼後以定規酸液滴定總植物鹼量（以 Lupinin $C_{10}H_{19}ON$ 表示之），其詳細定量方法及試驗成績誌次：

取精秤試料一定量，加96%乙醇 C_2H_5OH 100 ml. 在湯煎上加溫抽出半小時，吸引過濾；殘渣再以乙醇同樣處理五次，至濾液對 Mayer 試藥陰性爲止。合併抽出液加入少許稀鹽酸後，

蒸發收回乙醇。所得殘渣移溶於水，施過濾洗滌，將色素及油脂分離後略以苛性鈉液中和，中和後之水溶液加入乙酸鉛飽和液適量並除去所生成之白色沈澱。濾液再加苛性鈉液使其呈碱性，以三氯化甲烷$CHCl_3$振盪抽出數次，將植物鹼悉移溶於有機溶劑。合併全有機溶劑抽出液後以水洗除去碱性物，再以無水芒硝施行脫水。過濾並以三氯化甲烷充分洗滌，最後將有機溶劑完全收回。所存殘渣取於水溶液；加一定量 N/10- 硫酸液，硫酸之過剩即甲基紅 Methyl red 爲指示藥以 N/10- 苛性鈉液逆滴定之。

所得結果如下：

植物鹼定量

The Quantitative Determination of Alkaloid.

成份 Spec. Constituent	原料百分比 Per Cent per Raw Material
植物鹼氮素 Nitrogen of Alkaloids	0.108 % (N 14,008)
總植物鹼量 Total Alkaloids	1.30 % ($C_{10}H_{19}ON$ 169.26)

（2） 飼料化處理實驗

植物體中植物鹼因其擁有鹽基性氮概可以稀酸液爲礦酸鹽分離抽出，惟一方稀酸亦可能分解溶出植物體中之炭水化物及蛋白質等，故本試驗將着重究明稀酸對蛋白質等營養成份之行動，予期就中找出最適條件爲目的。

（a） 預備試驗：

（i） 稀酸濃度之影響。爲究明稀酸濃度對蛋白質及炭水化物之溶出效果進行之。稀酸使用鹽酸，用量乃暫定爲原料五倍量 (vol./wt.)，浸漬時間在攪拌下一小時；試驗設計及所得結果如表IIa：

表IIa. 稀酸濃度之影響

Table IIa. The Effect of Acid Concn. in Lupin Seed Treatment.

處理鹽酸濃度 Concn. of HCl	抽出液之分析 Analysis of Extract			
	直接還元糖 Reducing Sugar	轉化後還元糖 Red. Sugar after Inversion	粗蛋白 Crude Protein	純蛋白 Pure Protein
%	%	%	%	%
0	0.05	3.13	8.25	5.13
0.5	0.19	4.49	14.88	11.69
1	0.17	6.64	17.00	15.44
2	1.12	5.60	16.75	12.31
3	1.68	5.14	11.25	7 81
5	2.49	5.08	10.56	8.50

上表成績，即秤取試驗材料 20 g. 加一定濃度鹽酸溶液 100 ml. 在平溫下浸漬一小時後以遠心分離取清澄液一定量施予分析，計算各成份之溶出量對原料之百分比。

在上表吾人可以看出鹽酸濃度爲 2 %以上時蛋白質等之溶出量反而減低。

(ii) 稀酸液量之影響。 由實驗(i)既得稀酸溶液之最適濃度居於 2～3%，故暫以2.5%鹽酸液爲標準而變動酸液用量，觀察其浸漬效果。

操作條件概與前行實驗相同，但爲免分析用抽出液過少，故在本試驗乃以浸出液用量一律定爲 120 ml.，相應原試料卽各取 60g., 40g., 24g., 16g. 等進行浸漬試驗。 其結果見于表 IIb：

表IIb. 稀酸液量之影響

Table IIb. The Effect of Acid Amount in Lupin Seed Treatment.

處理酸液用量(倍) Acid Amount used	抽出液之分析 Analysis of Extract		
	轉化後還元糖 Red. Sugar a. Inversion	粗蛋白 Crude Protein	純蛋白 Pure Protein
time	%	%	%
2	5.71	12.44	12.19
3	5.83	13.19	12.06
5	5.21	15.44	12.38
7.5	7.17	～	～

在表 IIb 可見以五倍量以下之酸液處理時，雖其對炭水化物之溶出量無多大影響可言，一方就粗蛋白質而言，用量正爲五倍量時其溶出量比其他各種處理者爲高，而在純蛋白質卽略與其他處理相差無幾；此乃表示蛋白質以外之非蛋白氮化物，包括植物鹼在內，在酸液用量爲五倍量時最能被抽出分離。

(iii) 浸漬時間之影響。 由實驗(i)及(ii)，稀酸處理最適條件概可認爲酸液濃度2～3%，用量爲原料五倍量；故本試驗卽在上述條件下就浸漬時間之影響舉行之。 操作，卽先在攪拌下以五倍量之 2.5% 鹽酸液浸漬原料半小時後，在室溫放置至所定時間，以後仍就濾液一定量進行分析。 所得結果如表 IIc：

表IIc. 浸漬時間之影響

Table IIc. The Effect of Maceration Time in Lupin Seed Treatment.

處理時間 Maceration Time	抽出液分析 Analysis of Extract		
	轉化後還元糖 Red. Sugar a. Inversion	粗蛋白 Crude Protein	純蛋白 Pure Protein
hr	%	%	%
1	～	15.13	11.44
3	6.25	15.81	11.94
6	9.40	17.06	12.63
12	9.66	17.44	12.56
24	～	～	12.75

由表 IIc 之結果卽得浸漬時間對蛋白質之溶出尙無多大影響，但浸漬時間在六小時以上者其炭水化物之溶出量幾達10%，略示超出三小時者一半。

（b） 本試驗：

旣在先行處理條件決定預備試驗看得飼料化處理最適條件乃爲以原料五倍量（vol./wt.）之2.5％鹽酸液實施浸漬三小時（室溫下）；但先行實驗卽只關溶出效果未及處理後之飼料化物成份如何，鑑此進行本試驗也。

試驗方法及操作詳細如次：

原料以粗碎羽扇豆充之。 取試料 2 kg. 加 2.5％鹽酸液 10 l. 施予浸漬三小時。 以濾布在微壓下由溶液分離酸處理物，就處理物略進行固形物定量算出水份百分比後，以計算量之炭酸鈉將遊離之鹽酸中和。 中和後之處理物卽迅予風乾後再行粉碎調製爲分析試料。

分析方法與（1）成份分析之方法相同。 所得詳細結果（處理物之收量及化學的組成）錄於下。

收量：中和前酸處理物之收率爲 173.75%，其固形物份 43.04%，故得外觀收量爲 74.78%，相當于乾物外觀收量 82.86%。 一方因處理物中鹽酸量得爲49.5g.，相應中和需用之炭酸鈉及由中和可能生成之氯化鈉各推定爲72 g. 及79.4 g. 等，由此算出眞正收量爲 72.30%，相當于乾物眞正收量80.12％；再者由於處理生成食鹽，故乃得製成收量爲 80.96%（乾物百分比）。

至中和後之處理物化學的組成卽見于表IIIa：

表IIIa. 鹽酸處理羽扇豆之化學的組成

Table IIIa. The Chem. Constitution of Lupin Seed after Treatment with Hydrochloric Acid.

成份 Constituent	處理物百分比 Per Cent per Product %
水份 Moisture	7.88
灰份 Ash	6.54
粗蛋白 Crude Protein	35.00
粗脂肪 Crude Fat	7.31
粗纖維 Crude Fiber	19.58
可溶無氮物 Nifext	23.69
純蛋白 Pure Protein	30.28
澱粉 Starch	12.02
植物鹼 Alkaloid	0.085

附隨本試驗吾人再進一步進行補助試驗一項；卽以胺酸製造廢液爲鹽酸原料處理羽扇豆，予期降低飼料化成本。 胺酸廢液係味素(MSG)製造時在鹽酸鹽過程所剩餘之廢物；普通其中尙擁有鹽酸幾達20%，但只其少量由人應用於化學醬油製造外卽別無用途，過去有的工廠對其廢棄處置尙感棘手等；却說，在此隨伴補助試驗其處理方法與本試驗相同，只要預先將廢液稀釋八倍使用之。

所得結果見于表IIIb：

表IIIb. 胺酸廢液處理羽扇豆之化學組成

Table IIIb. The Chem. Constitution of Lupin Seed after Treatment with Amino Acid-Waste Liguor.

成份 Constituent	處理物百分比 Per Cent per Product
	%
水份 Moisture	8.93
灰份 Ash	5.30
粗蛋白 Crude Protein	40.19
粗脂肪 Crude Fat	6.46
粗纖維 Crude Fiber	15.09
可溶無氮物 Nifext	24.03
純蛋白 Pure Protein	32.69
澱粉 Starch	11.43
植物鹼 Alkaloid	0.053

（3） 飼育試驗

由本試驗所得之鹽酸處理物爲主要蛋白質飼料給源進行仔豬飼育試驗；用量定一天一頭 280g.（略相當於原料豆 400 g.，由蛋白質量計算等於大豆餅 240 g.），即占飼料總量之 35%，而爲豬隻體重之 3.5%。

試驗結果，即在初步觀察尙無若何毒害作用之反應可言（二個月間），現正進一步舉行營養試驗；以大豆餅爲標準蛋白給源比較其飼育效果，其詳細成績結果見於後日報告。

三、討　　論

在實驗之部已看得化學處理之最適條件爲以五倍量(vol./wt.)之 2～3%鹽酸液浸漬羽扇豆三小時等；但尙有疑問存在數點，今詳細考察之。

（1） 在化學分析，特殊成份之定性試驗在表面上看來似過于簡單粗略，但其實吾人在定性試驗雖經進行各種反應測定；一因有害之其他特殊成份已無存在，二因定性方法及反應等之詳細記載已見于本所前刊農業研究第四卷第一期「田菁飼料化研究」（鄭謀平）一編，故無需一一列擧之。

（2） 在表IIa,即在飼料化處理預備試驗實驗(i)，吾人可見鹽酸濃度爲 0%時，換言之，即單以用水浸漬羽扇豆時，其蛋白質及炭水化物之溶出量爲最小；故本應就水浸處理法尙需進行週詳試驗研討，而吾人仍未以此爲最適條件進行本試驗者，其原由略述如下。

在實驗(i)，吾人取抽出液爲分析資料時槪利用遠心分離器分離上澄液供于化驗；但在另行補充實驗，實際上吾人卽將抽出液以濾紙施行過濾，並發現水浸處理者其過濾及以後之乾燥操作頗爲困難，且進一步，如與本試驗一樣仍以濾布施行過濾時卽得收量僅爲不到61%等，鑑此水浸方法乃不予採用也。

（3） 由上面所述原由，吾人仍以稀酸處理爲最適方法進行試驗，其時稀酸最適濃度似存於2～3%，故暫採2.5%液爲標準進行化學處理及測定處理效果。 其結果成績已見于表IIIa。

由表I及表 IIIa, 吾人得比較處理前後之化學成份變化，今以乾物百分比表示對照之。

表. 羽扇豆處理前後之化學組成對照表

Table. Comparison of the Constitutions of Lupin Seed before and after Process.

成 份 Constituent	處理前 Original Material		處理後 After Process	
	乾物百分比 Dry Matter Per Cent	中和理論百分比 Teoretical P. C. (After Neutralization)	乾物百分比 Dry Matter Per Cent	收量計算百分比 Practical P. C. (Calcd. from Yield)
	%	%	%	%
灰 份 Ash	5.21	9.21	7.10	5.75
粗 蛋 白 Crude Protein	42.6	40.80	38	30.77
粗 脂 肪 Crude Fat	5.81	5.56	7.93	6.42
粗 纖 維 Crude Fiber	16.05	15.38	21.25	17.20
可溶無氮物 Nifext	30.33	29.05	25.72	20.82
純 蛋 白 Pure Protein	37.71	36.12	32.87	26.61
澱 粉 Starch	22.4	21.46	13.05	10.56
植 物 鹼 Alkaloid	1.45	1.4	0.09	0.07

由對照表可見植物鹼含量已低下至原來之1/20，但一方炭水化物及蛋白質亦略溶出減少10%左右。

由此結果並參照表 IIa, 似可結論如以鹽酸濃度提高爲3%時可獲到較佳成績，此部實驗預定後日補行之。

（4） 在表 IIIb, 外表上看得如以胺酸廢液代替鹽酸時可獲得優異成績，例如粗，純蛋白各可爲44%，36%乾物百分比計算，而且植物鹼亦減至0.06%等；但，如考慮及至胺酸廢液處理尙如添加氮化物一事及實驗上之誤差，吾人卽不便單純斷論胺酸廢液比鹽酸溶液其處理成績爲佳。

四、結　　語

（1） 羽扇豆含有蛋白質頗高經化驗結果卽得38%以上，但一方尙含有植物鹼1%以上；故未便單純爲飼料應用之。 經定性試驗結果植物鹼大部存於種肉稀存於種皮。

（2） 飼料化化學處理最適條件決定爲以五倍量 (vol./wt.) 之2～3% 稀鹽酸液施行浸漬三小時。 如以 2.5 %鹽酸液爲標準進行處理卽得成績略示植物鹼量低下至原來之1/20，但一方蛋白質及炭水化物亦可減去約10% (乾物百分比)，由此乃得收量約爲百分之八十。

（3） 處理用鹽酸似可以胺酸廢液代替，其處理效果成績與鹽酸處理者尙無多大差違。

（4） 以酸處理物爲主要蛋白質給源進行仔豬飼育試驗，在過去試驗期中尙無發現若何毒害作用之反應。

（5） 至於酸處理物之營養價値如何，卽現以大豆餅爲標準蛋白給源舉行飼育比較試驗，其結果見於後日報告。

參考文獻

刈米達夫：植物成分の化學（昭和28年）

東京大學：實驗農藝化學　（昭和27年）

宮道悅男：植物成份研究法（昭和24年）

鈴木・小幡：生化學　　（昭和17年）

G. KLEIN：Handbuch der Pflanzenanalyse Bd. I～IV (1933).

INVESTIGATION AND STUDY ON THE SOURCES OF THE PROTEIN FEEDSTUFFS IN TAIWAN. (No.1)

The Chemical Characteristics of Lupin Seed and Its Utilization as a Feed for Hogs.

P. C. Lin

Summary

A study was made to turn lupin seed to a feedstuff for hogs.

Lupin seed contains about 34 per cent of pure protein and more than one per cent alkaloid.

The experiment on the treatment of lupin seed as a feedstuff was carried out. The optimal condition of the chemical treatment is to macerate the lupin seed with five times (vol./wt.) hydrochloric acid solution of 2～3 per cent for three hours.

When the 2.5 per cent hydrochloric acid solution is used as a standard, most of the alkaloid can be eliminated, however, both of protein and carbohydrate also eluted about to ten per cent respectively. The yield is only 80 per cent. It seems to be probable that the yield may be elevated by elevating the acid concentration to three per cent.

Little difference was found between the treatments with the amino acid manufacturing waste liquor and the hydrochloric acid solution. With the former the flavour and taste of the product may be better and the cost of the process lowered.

The feeding examination was carried out with the acid treated lupin seed for hogs. It was found that no poisonous reaction could be seen during the testing period.

The feeding examination on the nutritive value of the acid treated product is under practice in comparison with soy-bean meal. The details will be presented in the future.

(July, 1954).

附　　　　錄

飼料蛋白質資源成份分析

An Analysis on the Protein Feedstuffs.

本農產化學研究室過去在「飼料蛋白質資源調查研究」項目之下，尙就省產主要綠肥作物子實及部份飼料有關農產品等進行蛋白質含量測定；玆將其化學成份分析結果集錄於一覽表，藉供參考。

蛋白質資源化學成份一覽表（I）

A List of the Chemical Constituents of Protein Feedstuffs (1)

名稱 Articles	水份 Moisture	灰份 Crude Ash	蛋白 Crude Protein	脂肪 Crude Fat	纖維 Crude Fiber	可溶無氮物 Nifext	備註 Remarks
	%	%	%	%	%	%	
黃花羽扇豆 Lupinus luteus	9.76	4.70	38.44	5.24	14.49	27.37	純蛋白 34.03%，植物鹼 1.30%
藍花羽扇豆 Lupinus augustifolius	7.36	4.58	36.15	5.79	12.16	33.69	
太陽麻 Crotalaria juncea	7.14	4.57	39.35	4.78	7.82	36.34	
金鳳花 Crotalaria striata	7.79	3.40	30.84	3.83	11.90	42.24	
望江南 Cassia occidentalis	7.00	4.16	21.19	4.03	10.12	53.50	
槐藍 Indigofera endecaphylla	9.02	3.81	35.80	2.96	8.92	39.49	
香木樨 Melilotus alba (var. Hubam)	5.96	3.19	37.21	7.51	8.60	37.53	
蝶豆 Clitoria ternatea	8.45	3.81	39.91	13.17	9.54	25.12	純蛋白 28.96%
田菁 Sesbania sesban	16.25	3.94	31.09	3.82	12.47	32.43	純蛋白 20.54%
富貴豆 Mucuna capitata	11.15	3.24	26.56	5.31	4.66	49.08	純蛋白 24.00%
銀合歡 Leucaena glauca	12.95	3.08	29.07	7.08	9.01	38.81	純蛋白 23.81%，植物鹼 6.50%
樹豆 Cajanus cajan	12.85	3.51	26.82	—	10.98	—	
亞麻仁 Linum usitatissimum	8.08	4.92	24.86	—	15.81	—	
鐘麻仁 Hibiscus cannabinus	11.53	4.15	23.47	—	18.51	—	
米糠 Rice bran	11.31	19.46	9.42	11.95	6.31	41.55	外購飼料
麥麩 Wheat bran	9.10	4.94	16.16	4.69	8.71	60.10	〃　純蛋白13.93%
甘藷簽 Sweet potato chip	14.41	3.00	4.31	0.76	2.71	74.81	〃　純蛋白 2.20%
魚粉 Fish meal	8.71	21.23	57.16	5.29	0.46	7.15	〃　純蛋白54.87%
大豆餅 Soy bean meal	13.07	5.27	42.75	5.60	5.01	28.30	〃　純蛋白42.18%
〃	12.82	—	43.40	10.43	—	—	省工廠A出品
〃	12.91	—	46.31	7.47	—	—	〃　B〃
〃	11.21	—	45.22	7.90	—	—	〃　C〃

〃	11.73	—	45.50	7.83	—	—	〃 D〃
〃	10.36	—	46.75	8.95	—	—	〃 E〃
〃	11.40	—	45.94	9.75	—	—	〃 F〃
甘諸蔓 Sweet potato vine	85.81	—	1.63	—	—	—	臺農 10號
〃	87.33	—	1.56	—	—	—	〃 31號
〃	85.77	—	1.60	—	—	—	〃 45號
〃	85.51	—	2.38	—	—	—	K 2號
〃	87.06	—	2.00	—	—	—	K 140號
〃	86.51	—	2.63	—	—	—	Nancy Hall
小麥 Wheat hulled	9.10	1.73	17.13	1.44	2.05	68.55	臺中 2號
〃	11.23	1.89	18.55	1.60	2.42	64.31	〃 23號
〃	10.66	1.86	17.89	1.50	2.04	66.05	〃 29號
〃	6.94	1.78	17.16	1.70	1.88	70.54	〃 31號
〃	7.38	1.79	16.33	1.45	2.05	71.00	〃 32號